ZUGLAUFÜBERWACHUNGS- UND ZUGLENKUNGSSYSTEM FÜR WERKBAHNEN IM BRAUNKOHLENBERGBAU

Dr.-Ing. JOCHEN TRINCKAUF, Dresden/DDR
Dr.-Ing. MANFRED SAUER, Hosena/DDR
Dipl.-Ing. ERHARD MELZER und
Dipl.-Ing. DIETER SCHÜNEBECK, Hoyerswerda/DDR sowie
Ing. FRANZ-JOSEF WERNER, Weißwasser/DDR

1. Notwendigkeit und Ziel einer automatischen Betriebsführung

In Verkehrsunternehmen in der DDR hat in erster Linie im kommerziellen Bereich ein massenhafter Einsatz von Computertechnik zu bemerkenswerten Leistungssteigerungen und Qualitätsverbesserungen geführt. Der Einsatz von Computertechnik bei der Überwachung von Verkehrsabläufen ist in Ansätzen zu verzeichnen, während für die Steuerung insbesondere schienengebundener Transportprozesse derartige Lösungen gegenwärtig nicht zur Anwendung kommen. Historisch gesehen ist das Stellwerk das eigentliche Instrumentarium zur Steuerung eisenbahntypischer Transportprozesse, wobei an diese Steuerung hohe Sicherheitsanforderungen gestellt werden. Hierin liegt im wesentlichen die Ursache dafür, daß bisher nur wenige Bahnverwaltungen einzelne elektronische Stellwerke - zum Teil nur versuchsweise - zum Einsatz brachten. Andererseits werden Stellwerke bisheriger Technikgenerationen wegen deren Langlebigkeit und hohen Ablösekosten in absehbarer Zeit nicht ersetzt werden können. Unter den Bedingungen großer, zentralisierter Bedienerbezirke besteht der wesentliche Nachteil der gegenwärtigen Stellwerkstechnik aus der Sicht des Nutzers im hohen Bedienungsaufwand, wobei für jede Signalzugfahrt mindestens je eine gedankliche Disposition und eine Manipulation im weiteren auch Dokumentation und Auswertung, erforderlich sind.

Gegenwärtig deckt die DDR mehr als 70 % ihres Primärenergiebedarfes sowie 20 % der Rohstoffbasis der organischen Chemie mit Braunkohle bzw. deren Veredlungsprodukten. Es ist geplant, die jährliche Fördermenge bis zum Jahr 1990 auf 330 bis 335 Mio t zu entwickeln und auf diesem Wert zu belassen / RAU 86/. Die Förderung der Rohbraunkohle im Tagebau obliegt einzelnen Braunkohlenwerken, die die Kohle direkt an die Verbraucher und Veredlungsbetriebe (Kraftwerke, Brikettfabriken, Gaserzeugung) oder vermittels der Deutschen Reichsbahn zu den Kohleumschlagplätzen für die territoriale Versorgung liefern. Der Produktionsablauf wird wesentlich von den Parametern

- Qualität der an verschiedenen Orten geförderten Kohle,
- Leistungsfähigkeit der Tagebaue,
- Leistungsfähigkeit (Bedarf) der Verbraucher
- Leistungsfähigkeit der Transportmittel (vorhandener Transportraum)

bestimmt, wobei sich diese Parameter zeitabhängig ändern. Besonders angesichts der Tatsache, daß wegen der großen Kohlemengen praktisch keine langfristigen Reserven angelegt werden können, muß seitens der Transportmittel ständig ein bedarfsorientiertes, flexibles Leistungsangebot vorliegen.

Bild 1 zeigt beispielhaft das Streckennetz eines Braunkohlenwerkes mit Transportquellen (Tagebau, Übergabestellen Grabenbunker als Speicher) und Transportsenken (Bunker, Übergabestellen). An den Knotenpunkten des Netzes wird die Fahrwegsteuerung durch Stellwerke vorgenommen, die entweder ortsbedient sind oder vom benachbarten Stellwerk aus fernbedient werden. Entlang der Kanten des Netzes (Strecken) wird die Zugfolge durch automatischen Streckenblock gesteuert. Die Personale

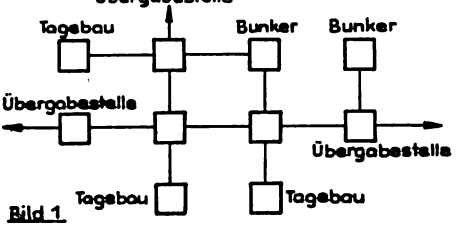

Bild 1

auf den Stellwerken arbeiten entsprechend den technologischen Vorgaben eines Werkbahndispatchers, der die Verteilung der beladenen und der Leerzüge in Übereinstimmung mit den Forderungen eines Produktionsdispatchers vornimmt.

Steuerung und Überwachung des Transportprozesses erfordern prinzipiell die folgenden Kommunikationsbeziehungen:

(1) Kommunikation zwischen der Ebene des Werkbahndispatchers und der Ebene der einzelnen Stellwerke zum Zwecke der Disposition (Soll-Zustand) und der Meldung der Betriebssituation (Ist-Zustand).

(2) Kommunikation zwischen den Stellwerken auf gleicher Ebene zur Abwicklung des Zugmeldeverfahrens zwischen zwei benachbarten Stellwerken.

(3) Kommunikation zwischen der Ebene der Stellwerke und der Ebene des rollenden Materials zur Übermittlung besonderer Fahranweisungen an die Lokführer bzw. Abgabe von Meldungen über Unregelmäßigkeiten durch dieselben.

Für die Kommunikation (3) wird das Funktelefon eingesetzt. Es entspricht vorläufig den technologischen Anforderungen und wird hier nicht weiter behandelt Die Kommunikation (1) und (2) basiert bisher noch ausschließlich auf telefonischen Verbindungen. Die notwendige Dokumentation von Meldungen erfolgt dabei nicht.

Es liegen Untersuchungen vor, wonach die Arbeitsbelastungen auf Stellwerken zu hoch und daher abzubauen sind /BEL 84/ Außerdem wurden jetzt gelegentlich empirischer Beobachtungen auf einem Stellwerk festgestellt daß bei einer subjektiv als normal empfundenen Betriebssituation in einer Stunde 54 Signalzugfahrten und in einer weiteren Stunde 46 Signalzugfahrten zu verzeichnen waren Ferner wird eingeschätzt, daß sich die Verflechtungen zwischen den Werkbahnen benachbarter Braunkohlenwerke und damit die bedarfsgerechte Rohkohleverteilung zunehmend komplizierter gestalten werden. Hieraus leitet sich die Notwendigkeit ab, künftig diese Prozesse mit Hilfe eines Zuglaufüberwachungs- und Zuglenkungssystems zu unterstützen.
Dabei sind folgende Forderungen zu erfüllen.

(1) Die Meldungen über die Gleisbelegungen sind so zu qualifizieren, daß eine Identifikation des jeweiligen Zuges möglich ist.

(2) Das Identifikationsmerkmal eines Zuges (Zugnummer) ist entsprechend seinem Standort sowohl auf dem Stellwerk als auch beim Dispatcher automatisch anzuzeigen.

(3) Die Kommunikation Dispatcher/Stellwerk und die Kommunikation Stellwerk/Stellwerk einschließlich deren Dokumentation sind zu automatisieren und dabei das Personal zu entlasten.

(4) Dem Dispatcher sind rechnergestützte Kommunikationshilfen zur Verfügung zu stellen.

(5) Stellwerke sind mit einer automatischen Zuglenkung auszurüsten, um wiederkehrende Bedienungshandlungen vor allem bei regelmäßigen Zugfahrten zu reduzieren.

(6) Es sind Speichermedien für die automatische Erfassung technologischer, technischer und ökonomischer Betriebsdaten vorzusehen, die eine automatische Abrechnung von Transportleistungen etc. ermöglichen.

(7) Die Anpassung des Zuglaufüberwachungs- und Zuglenkungssystems an die Stellwerke muß für alle Bauformen ohne größere Umbauten möglich sein.

(8) Für die einsatzspezifische Konfiguration des Zuglaufüberwachungs- und Zuglenkungssystems entsprechend der Struktur des Transportsystems ist ein rechnergestützter Arbeitsplatz einzurichten (Software- und Hardware-Projektierung).

2. Lösungskonzept

2.1. Systemstruktur der Prozeßdatenverarbeitungsanlage

Das Transportsystem als technologischer Prozeß mit seinen Stoff- und Informationsflüssen ist für die Realisierung der vorstehenden Aufgaben in ein entsprechendes Prozeßdatenverarbeitungssystem abzubilden. Dieses PDV-System ist ein hierarchisch strukturiertes Netz lose gekoppelter Mikrorechner. Das Netz ist als sternförmiges Weitverkehrsnetz mit lokalen Netzen als Endknoten angelegt

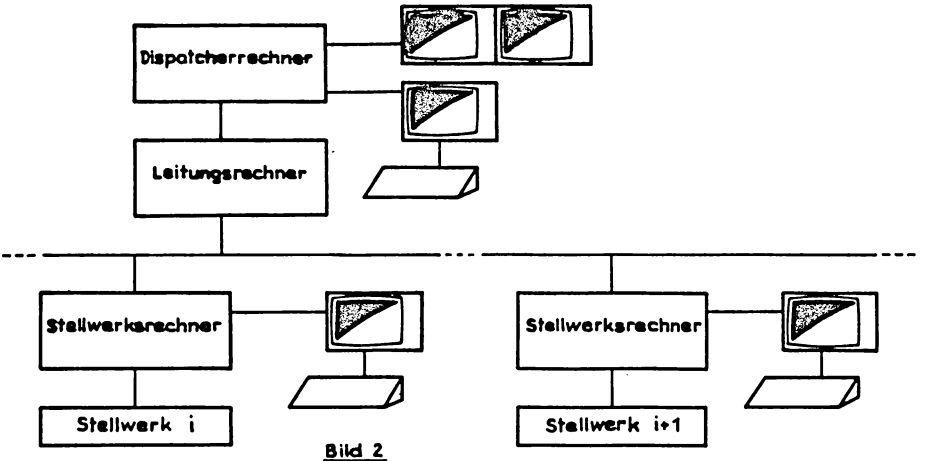

Bild 2

Damit ist gesichert, daß die Prozeßinformationen am jeweiligen Entstehungs- bzw. Erfassungsort verarbeitet und nur ein Minimum an Informationen zwischen den Netzknoten übertragen wird.

2.2. Teilkomplexe

2.2.1. Zuglaufverfolgung

Zugfahrten sind eindeutig an den Meldeeinrichtungen eines Stellwerkes zu erkennen. Nach Ablauf der programmierten Arbeitsschritte
- Erkennen von Fahrwegstart- und -zielpunkten
- Verknüpfung der Start- und Zielpunkte zu Fahrwegen
- Erkennen des tatsächlich fahrenden Zuges

wird im Rechner die Fahrt abgebildet /TRI 87/.

Von besonderem Interesse ist das Problem der Zugidentifikation. Typisch für die Werkbahnen ist es, daß Lokomotive und Wagen physisch eine Einheit bilden und in dieser Einheit während ihrer Betriebszeit auch belassen werden. Damit kann ein Zug das einmal ihm zugeteilte Identifikationsmerkmal während dieser Betriebszeit auch behalten. Eine erstmalige Identifikation ist daher lediglich an den Übergabestellen ins Netz oder an den Eintrittspunkten ins Netz (Verlassen des Bahnbetriebswerkes) erforderlich, während bei Fahrten zwischen den Stellwerken mit dem Zugmeldeverfahren die Identifikationsmerkmale (Zugnummern) übergeben werden.

Als technische Verfahren für die Erkennung stehen zur Diskussion:
- automatisch-visuelle Methoden
- Handeingabe beim Zugmelde- oder anderen Meldeverfahren.

2.2.2. Abrechnung und Dokumentation

Auf der Ebene des Dispatchers werden auf externen Datenträgern Stammdaten geführt, anhand deren eine quantitative Leistungsabrechnung in Abhängigkeit von den gefahrenen Zügen vorgenommen werden kann. Es ist noch zu untersuchen, inwieweit Belade- und Entladestellen für die Zwecke der Informationsgewinnung in das Netz einzubeziehen sind.

Auf der Ebene der Stellwerke müssen aufgrund der im Eisenbahnbetrieb bestehenden Vorschriften die Daten des Zugmeldeverfahrens und der betätigten Hilfstasten registriert werden. Als Aufzeichnungsmedium werden externe Datenträger benutzt, die vor unberechtigtem Zugriff geschützt installiert werden müssen, um etwaige Manipulationen durch Bedienungspersonale auszuschließen.

2.2.3. Zuglenkung

Voraussetzung für konkrete Lösungen einer automatischen Zuglenkung sind umfangreiche theoretische Untersuchungen. Die Tatsache, daß die Züge der Werkbahn ohne Fahrplan verkehren und eher nach dem Prinzip "First IN First OUT" an den Konfliktpunkten des Gleisnetzes vorbeigeleitet werden, erweist sich

nur scheinbar als Vorteil Eine aus der Literatur bekannte auf eine Einzelsituation bezogene Automatisierungslösung /SCH 86/ zeigt aber deutlich, daß sehr wohl ein Zusammenhang zwischen solchen eisenbahntechnologischen Grundlagen bestehen muß wie Zugfolgezeiten, Streckenbelastung, Fahrstraßenbelegungs- und -wechselzeiten, fahrdynamische Verhalten. Diese Probleme nun in einem Netz ohne Fahrplan beherrschen zu wollen, scheint bereits im Ansatz nicht erfolgversprechend zu sein. Traditionell existiert bei den Werkbahnen kein Fahrplan; und die Idee, einen solchen aufzustellen, mag beim Verkehrspraktiker auf Bedenken stoßen. Allerdings weisen die Werkbahnen vereinfachende Bedingungen auf, die die Anwendung eines Fahrplans unter Produktionsbedingungen im Tagebau günstig beeinflussen:

(1) Näherungsweise können alle Züge einer einzigen Zuggattung zugeordnet werden, weshalb ein Fahrplan nur Züge gleicher Geschwindigkeit berücksichtigen muß.

(2) Verspätungen treten von vornherein selten auf, da die zeitlichen Toleranzen großzügig gewählt werden können.

(3) Im Extremfall können große massenhafte Verspätungen durch Verschiebung des zeitlichen Fahrplannormals ausgeglichen werden.

(4) Staus können abgebaut werden, indem Züge ein anderes Fahrziel erhalten und auf diese Weise umgeleitet werden.

Mit der Anwendung eines Fahrplanes können weitere positive Auswirkungen erreicht werden:

(5) Unnötige Anfahrvorgänge sind vermeidbar, und es werden Energieeinsparungen bei der Traktion erzielt.

(6) Der Zeitpunkt der Beladung der Kohlezüge kann mit einer anschließenden Fahrmöglichkeit in Beziehung gebracht werden Die Ladung kommt in kürzester Frist zur Entladestelle, womit dem bei Frostwetter technologisch große Schwierigkeiten bereitenden Anfrieren der Rohkohle in den Kohlewagen entgegengewirkt wird.

Ein unter den genannten Gesichtspunkten entworfener Fahrplan ist der unter technologischen (Produktionstechnologie, Eisenbahntechnologie) und zeitlichen Gesichtspunkten erforderliche Handlungsrahmen für ei en A'gor'thmus zur Zuglenkung

Werden durch den Fahrplan gewissermaßen die Sollwerte vorgegeben, benötigt dieser Algorithmus Informationen über den aktuellen Betriebszustand in Form von Istwerten; das sind im mindesten folgende Informationen:

- Annäherungsmeldung eines Zuges
- Ziel eines Zuges
- Besetzung von Gleisen
- zum einzustellenden Fahrweg bereits eingestellte feindliche Fahrwege
- Ausführungsmeldung.

Diese Informationen können überwiegend bereits aus den für die Zuglaufverfolgung zur Verfügung stehenden Daten bzw. aus deren Resultaten gewonnen werden; einige Informationen müssen direkt aus der Stellwerksanlage bezogen werden.

Das Zuglenkungssystem erhebt nicht den Anspruch auf vollständige, automatische Beherrschung aller betriebstechnologischer Aufgaben. Für das anwesende Personal auf dem Stellwerk verbleibt ein genügend großer Handlungsspielraum, um in das System korrigierend eingreifen zu können, bzw. Entscheidungen zu treffen, die vom System aus erfragt werden. Für das Stellwerk bleibt es letztendlich gleichgültig, ob direkt vom Stellwerkspersonal oder vermittels des Zuglenkungssystems ein Stellbefehl erteilt wird.

3. Realisierung von Zuglaufverfolgung und Zugmeldeverfahren

Die Arbeiten zum Aufbau des Zuglaufüberwachungs- und Zuglenkungssystems sind federführend beim Braunkohlenkombinat Senftenberg angelegt. Ein Pilotobjekt für die Zuglaufüberwachung befindet sich bereits seit 1985 im Einsatz. Im Territorium des Braunkohlenwerkes Welzow werden seit 1988 planmäßig die Stellwerke mit den Anlagen zur Zuglaufverfolgung ausgerüstet. Technik und Technologie der Informationsübertragung zwischen den Stellwerken (Zugmeldeverfahren) und der Dispatcherzentrale befinden sich derzeitig in der Erprobung.

4 Ausblick

Die grundlegenden Untersuchungen für den Teil Zuglenkung sind in Zusammenarbeit mit der Hochschule für Verkehrswesen aufgenommen worden. Neben den für die Eisenbahntechnologie typischen Erkenntnissen sind aber auch Überlegungen zur Verkehrstheorie und zu den Charakteristika der Produktionstechnologie im Braunkohlentagebau und zur Verarbeitungstechnologie der Kohleveredlung anzustellen. Insgesamt wird durch dieses Vorhaben ein Gebiet berührt, zu dessen Lösung eine intensive interdisziplinäre Zusammenarbeit erforderlich ist. Dazu anzuregen, sei ein Ziel des vorstehenden Beitrags.

Literatur

/BEL 84/ Belastungsuntersuchung für Stellwerkswärter in Betrieben des VE BKK Senftenberg, Org.-Anw. 34/84/ 1.3 vom 10.04.84 - Senftenberg: Braunkohlenkombinat 1984

/RAU 86/ Rauchfuß, Wolfgang: Die Durchsetzung der Wirtschaftspolitik des XI. Parteitages der SED auf den Wegen der höheren Material- und Energieökonomie sowie der wirtschaftlichen Nutzung einheimischer Rohstoffe - Neue Bergbautechnik 16 (1986) 10. S. 382 - 386

/SCH 86/ Schmitz, Wolfgang: Die Zugsteuerung im Bereich der Abraum-Beladung im Tagebau Bergheim - Braunkohle 38 (1986) 6. - S. 153 - 162

/TRI 87/ Trinckauf, Jochen: Erkenntnisse aus der Entwicklung mikrorechnergesteuerter Zugnummernmeldeanlagen für Industriebahnen - Signal und Schiene 31 (1987) 1. - S. 22 - 24